

**STEEL FOR DIE OF DIE CASTING IN SMALL QUANTITY PRODUCTION**

**Publication number:** JP8164465

**Publication date:** 1996-06-25

**Inventor:** ICHIKAWA JIRO; YANAGISAWA TAMIKI

**Applicant:** DAIDO STEEL CO LTD

**Classification:**

**- international:** *B22D17/22; C22C38/00; C22C38/22; C22C38/32;  
B22D17/22; C22C38/00; C22C38/22; C22C38/32;  
(IPC1-7): B22D17/22; C22C38/00; C22C38/22;  
C22C38/32*

**- european:**

**Application number:** JP19940307685 19941212

**Priority number(s):** JP19940307685 19941212

**Report a data error here**

**Abstract of JP8164465**

**PURPOSE:** To provide steel for a die of die casting in small quantity production having die life appropriate for the purpose of use and excellent in workability. **CONSTITUTION:** A steel for a die of die casting in small quantity production has a composition consisting of, by weight, 0.1-0.3% C,  $\leq 0.5\%$  Si, 0.5-3.5% Mn,  $< 0.030\%$  P, 0.01-0.07% S, 1.0-3.0% Cr, 0.03-2.0% Mo and the balance Fe with inevitable impurities. The hardness is HRC26-35. The steel is a die material excellent in balance of properties among toughness, heat check resistance, workability and weldability, the die of die casting suitable for small quantity production is obtained.

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-164465

(43) 公開日 平成8年(1996)6月25日

(51) Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 2 2 D 17/22	Q			
C 2 2 C 38/00	3 0 1 H			
38/22				
38/32				

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平6-307685

(22) 出願日 平成6年(1994)12月12日

(71) 出願人 000003713

大同特殊鋼株式会社

愛知県名古屋市中区錦一丁目11番18号

(72) 発明者 市川 二郎

愛知県知多市原1丁目11番地の26

(72) 発明者 柳澤 民樹

愛知県東海市加木屋町南鹿持18

(74) 代理人 弁理士 長門 侃二

(54) 【発明の名称】 少量生産用ダイカスト型用鋼

(57) 【要約】

【目的】 使用目的に合致した型寿命を発揮することができ、加工性に優れた少量生産用ダイカスト型用鋼を提供する。

【構成】 本発明の少量生産用ダイカスト型用鋼は、  
C : 0.1 ~ 0.3 重量%, Si : 0.5 重量%以下, Mn :  
0.5 ~ 3.5 重量%, P : 0.030 重量%以下, S : 0.0  
1 ~ 0.07 重量%, Cr : 1.0 ~ 3.0 重量%, Mo : 0.  
03 ~ 2.0 重量%, 残部がFeと不可避免の不純物から成  
り、硬さがHRC26 ~ 35であることを特徴とし、靱  
性、耐ヒートチェック性、被削性および溶接性の特性バ  
ランスに優れた型材であり、少量生産に適したダイカス  
ト金型が得られる。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 C:0.1~0.3重量%, Si:0.5重量%以下, Mn:0.5~3.5重量%, P:0.030重量%以下, S:0.01~0.07重量%, Cr:1.0~3.0重量%, Mo:0.03~2.0重量%, 残部がFeと不可避免の不純物から成り、硬さがHRC26~35であることを特徴とする少量生産用ダイカスト型用鋼。

【請求項2】 更に、Cu:0.10~3.0重量%, N:0.10~2.0重量%, V:0.01~1.0重量%, Zr:0.003~0.10重量%, Pb:0.03~0.07重量%, Te:0.01~0.07重量%, Ca:0.0005~0.010重量%, Bi:0.01~0.07重量%, Se:0.03~0.07重量%から成る群より選ばれる1種または2種以上が配合されている請求項1の少量生産用ダイカスト型用鋼。

【請求項3】 C:0.1~0.3重量%, Si:0.25重量%以下, Mn:0.5~3.5重量%, P:0.020重量%以下, S:0.01~0.07重量%, Cr:1.0~3.0重量%, Mo:0.03~2.0重量%, V:0.01~1.0重量%, B:0.0020重量%以下, 残部がFeと不可避免の不純物から成り、かつ、次式: $326 + 847.3 \times C \text{重量}\% + 18.3 \times Si \text{重量}\% - 8.6 \times Mn \text{重量}\% - 12.5 \times Cr \text{重量}\% \leq 460$ の関係が成立しており、硬さがHRC26~35であることを特徴とする少量生産用ダイカスト型用鋼。

【請求項4】 更に、Cu:0.10~3.0重量%, N:0.10~2.0重量%, Zr:0.003~0.10重量%, Pb:0.03~0.07重量%, Te:0.01~0.07重量%, Ca:0.0005~0.010重量%, Bi:0.01~0.07重量%, Se:0.03~0.07重量%から成る群より選ばれる1種または2種以上が配合されている請求項3の少量生産用ダイカスト型用鋼。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、ダイカスト型用鋼に関し、更に詳しくは、靱性、耐ヒートチェック性、加工性（被削性および溶接性）に優れており、少量生産用のAl合金ダイカスト金型の型材に適した型用鋼に関する。

## 【0002】

【従来の技術】Al合金ダイカスト用の金型は、高温、高圧に繰り返しさらされるので、熱疲労割れ（以下、ヒートチェックという）や型割れなどが発生することがある。このようなヒートチェックや型割れが発生すると、その金型は使用不能となり、型の寿命が切れたことになる。そのため、前記金型には、ヒートチェックや型割れに対する抵抗性が要求される。

【0003】通常、前記金型において、ヒートチェックに対して抵抗性を持たせるには、硬さを向上させることが有効である。また、型割れに対して抵抗性を持たせるには、靱性を向上させることが有効である。ところで、

Al合金ダイカストにより部品を大量生産する場合、その金型に用いられる型材としては、例えば、JIS規格のSKD61に代表されるような熱間ダイス鋼が広く用いられている。前記金型は、通常、市販されているSKD61の焼鈍材を粗加工した後、使用条件から選ばれる適当な硬さ（通常はHRC40~50の範囲）に焼入、焼戻しが行われ、最後に仕上げ加工が施されることにより製作される。

【0004】SKD61は、優れた焼入性を有しているため、上記したような焼入、焼戻し工程により金型を十分硬くすることができるとともに靱性を向上させることができる。そのため、得られる金型は、ヒートチェックの発生および型割れの発生が少ないものとなる。したがって、SKD61を用い、上記工程により金型を製作すると、型寿命が長く、大量生産に適した金型を得ることができる。

【0005】ところで、以上のような、大量生産用の金型の製作の場合、金型を硬化させる熱処理やその後の仕上げ加工などが必要となり工程数が多くなる。特に、仕上げ加工などは一度硬化したものを切削するため困難な作業である。そのため、大量生産用の金型の製作は、製作コストが高み、得られる金型は、大変高価なものとなる。

【0006】しかしながら、大量生産の場合、金型の製作コストが高くなっても、部品を大量に生産すれば、それによっても部品1個当たりで償却される金型の製作コストは低くなるので、十分に採算はとれるものとなる。つまり、生産する部品の数と金型の製作コストは見合った状態にある。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】ところで、Al合金ダイカストにより部品を少量生産する場合、大量生産の場合と同様な型材を用い、同様な工程で金型を製作すると、型寿命が必要以上に長くなり、それによっても製作コストも高い金型となってしまう。すなわち、このような金型を少量生産に用いると、生産する部品の数が少ないので、部品1個当たりで償却される金型の製作コストは高くなり採算がとれなくなってしまう。つまり、大量生産用の金型を少量生産に用いると、生産する部品の数と金型の製作コストは見合わなくなる。

【0008】そこで、少量生産用の金型の場合、金型の型寿命の最適化を行うとともに加工性を向上させることにより製作工程を簡略化し、それにより大量生産用の金型に比べて製作コストを低く抑えることが必要とされる。その場合、部品の生産個数に見合った所望寿命を発揮できるとともに、金型の最終形状に容易に加工することができる型材が求められる。

【0009】このような、少量生産用金型の型材には、以下に示すような特性が要求されている。

## 1. 靱性と耐ヒートチェック性

少量生産用の金型は、大量生産用の金型並みの長期間の型寿命は必ずしも必要としないが、所定寿命は確保する必要がある。型割れや熱疲労割れを防ぎ、所定の型寿命を確保するのに十分な靱性と耐ヒートチェック性が必要とされる。尚、靱性と耐ヒートチェック性とは相反する特性であり、そのバランスは基地の硬さに依存する。

#### 【0010】2. 被削性

金型を最終形状に加工する際、加工が困難であると製作工程数が増え、製作コストが高くなるので、型材としては優れた被削性を有することが要求される。

#### 3. 溶接性

金型の製作途中で設計変更、誤加工が発生した場合、あるいは補修が必要となった場合に肉盛り溶接が行われる。その際、局所的な急加熱により、型材の溶接箇所近傍（以下、溶接境界部という）に割れが生じることがある。

【0011】このような型材の割れ（溶接割れ）を防ぐために、優れた肉盛り溶接性（以下、単に溶接性という）が要求される。つまり、本発明において溶接とは、肉盛り溶接のことを指し、型材としては、溶接割れの生じない健全な溶接部を形成することができる溶接性を備えることが要求される。しかしながら、少量生産用の金型の型材としては、上記した各特性を満足する特定の材料はなく、暫定的に各種の既存材料が使用されている。

【0012】前記既存材料としては、例えば、鑄鉄、炭素鋼、快削熱間ダイス鋼、低硬度熱間ダイス鋼等が用いられている。鑄鉄としては、例えば、JIS規格のFC D400等が用いられている。この鑄鉄の場合、被削性は良好であるが、靱性、耐ヒートチェック性および溶接性が不良である。

【0013】炭素鋼としては、例えば、JIS規格のS55Cの焼きならし材等が用いられている。この炭素鋼の場合、良好な耐ヒートチェック性が得られない問題がある。快削熱間ダイス鋼としては、例えば、Sを添加したSKD61をHRC40程度に焼入、焼き戻しをしたものが用いられている。この快削熱間ダイス鋼の場合、良好な靱性、耐ヒートチェック性および溶接性が得られない問題がある。

【0014】低硬度熱間ダイス鋼としては、例えば、SKD61を焼鈍したままの鋼材またはSKD61をHRC35程度に焼入、焼き戻しをした鋼材が用いられている。この低硬度熱間ダイス鋼の場合、耐ヒートチェック性は良好であるが、被削性が不良である。そこで、本発明は、使用目的に合致した型寿命を発揮することができ、加工性に優れた少量生産用ダイカスト型用鋼を提供することを目的とする。具体的には、靱性、耐ヒートチェック性、加工性（被削性および溶接性）のバランスを調整し、低硬度熱間ダイス鋼よりも高い加工性と、鑄鉄、炭素鋼、快削熱間ダイス鋼よりも高い靱性、耐ヒート

トチェック性を有する少量生産用ダイカスト型用鋼を提供する。

#### 【0015】

【課題を解決するための手段】本発明者は、少量生産用ダイカスト型用鋼を開発すべく鋭意研究を重ねた結果、適切な硬さになるようにあらかじめ熱処理された素材、すなわちプレハードン（Pre-Harden）材を用いれば、所望の型寿命を確保しつつ、優れた被削性も合わせ持たせることができることに着目し、プレハードン材において靱性、耐ヒートチェック性および被削性のバランスを高位水準に保てる適切な硬さを検討し、その硬さを発揮するとともに、溶接性も高めるための成分調整を行うことにより本発明の少量生産用ダイカスト型用鋼を開発するに至った。

【0016】すなわち、本発明の少量生産用ダイカスト型用鋼（以下、鋼材Aという）は、C：0.1～0.3重量%、Si：0.5重量%以下、Mn：0.5～3.5重量%、P：0.030重量%以下、S：0.01～0.07重量%、Cr：1.0～3.0重量%、Mo：0.03～2.0重量%、残部がFeと不可避の不純物から成り、硬さがHRC26～35であることを特徴とする。

【0017】本発明では、上記した各成分を規定した量だけ含有する鋼種を溶製し、得られた鋼塊に対して、熱処理を施してプレハードン材とし、鋼材Aを形成する。鋼材Aの硬さがHRC26より低いと炭素鋼以上の耐ヒートチェック性が得られず、また、硬さがHRC35より高いと低硬度熱間ダイス鋼以上の被削性を得られないとともに靱性も低下してくるので、鋼材Aの硬さはHRC26～35に設定する。好ましい硬さはHRC28～33である。

【0018】前記熱処理方法としては、鋼材Aの硬さをHRC26～35の範囲内に調整することができる方法であれば格別限定されるものではなく、例えば、溶製して得られた前記鋼材を950～980℃に加熱保持後油焼入して室温まで冷却し、その後550～650℃まで加熱して焼き戻し処理を施し、最後に、水または油で急冷するといった焼入、焼き戻し処理が好適例としてあげられる。

【0019】前記熱処理において、前記鋼材Aの組織が、マルテンサイト組織となると基地が硬くなりすぎてしまい、脆い組織となってしまう。そのため、得られる鋼材の被削性および靱性は低下する。よって、鋼材Aの組織としては、マルテンサイト組織よりも靱性を有しているベイナイト組織とすることが好ましい。尚、このベイナイト組織は、硬さも比較的高いので、耐ヒートチェック性と靱性とのバランスがとれた組織であり、少量生産用のダイカスト型用鋼の組織としては好適といえる。

【0020】鋼材Aにおいて、Cは、組織と硬さを調整するための成分であり、この含有量が、0.1重量%より少ない場合は、焼入による残留応力を除去するために行

われる600℃程度の焼き戻しにおいてHRC25以上の硬さを確保できなくなり、得られる金型が変形あるいは摩耗して不都合な状態になる。また、含有量が0.3重量%より多くなると溶接性が低下するとともに、得られる組織がマルテンサイト化して被削性が低下する。そのため、Cの含有量は、0.1～0.3重量%に設定される。より好ましい含有量は0.2～0.25重量%である。

【0021】Siは、脱酸作用があり、耐酸化性および焼入性を向上させるとともに、焼き戻し軟化に対する抵抗性を向上させる成分であるが、あまり多量に含有されていると靱性、溶接性および耐ヒートチェック性が低下するので、その含有量は、0.5重量%以下に設定される。特に、溶接性を高位水準に保つためには、その含有量を0.25重量%以下にすることが好ましい。

【0022】Mnは、脱酸作用があり、また、ベイナイト組織を得るための焼入性および基地硬さを向上させるとともに、Sと結合して被削性を付与する成分である。この含有量が0.5重量%より少ないと上記した効果が得られず、また、含有量が3.5重量%より多くなると被削性および溶接性が低下する。そのため、このMnの含有量は0.5～3.5重量%に設定される。より好ましい含有量は0.7～1.3重量%である。

【0023】Pは、被削性を向上させる成分であるが、あまり多量に含有されると靱性、溶接性が低下するので、その含有量は、0.030重量%以下に設定される。特に、溶接性を高位水準に保つためには、その含有量を0.020重量%以下にすることが好ましい。Sは、Mnと結合して被削性を付与するとともに、溶接割れを防止する成分である。この含有量が0.01重量%より少ないと上記した効果が得られず、また、含有量が0.07重量%より多くなると靱性、熱間加工性、耐ヒートチェック性が低下する。そのため、このSの含有量は0.01～0.07重量%に設定される。

【0024】Crは、耐酸化性およびベイナイト組織を得るための焼入性を向上させるとともに、焼き戻し時に微細な炭化物となって析出し、基地の硬さを確保する成分である。この含有量が1.0重量%より少ないと上記した効果は得られず、また、含有量が3.0重量%より多くなると組織がマルテンサイト化して硬さが過剰になり、被削性が低下する。そのため、Crの含有量は1.0～3.0重量%に設定される。より好ましい含有量は1.5～2.5重量%である。

【0025】Moは、焼き戻し時に微細な炭化物を形成して基地中に細かく分散して析出するので、焼き戻し軟化抵抗性を高め、耐ヒートチェック性を向上させる成分である。この含有量が0.03重量%より少ないと上記した効果は得られず、また、含有量が2.0重量%より多くなると被削性および靱性が低下する。そのため、Moの含有量は、0.03～2.0重量%に設定される。より好ましい含有量は0.3～1.0重量%である。

【0026】本発明の鋼材Aは、上記した成分を必須成分として形成されるが、前記必須成分の外に、更に、Cu：0.10～3.0重量%、Ni：0.10～2.0重量%、V：0.01～1.0重量%、Zr：0.003～0.10重量%、Pb：0.03～0.07重量%、Te：0.01～0.07重量%、Ca：0.0005～0.010重量%、Bi：0.01～0.07重量%、Se：0.03～0.07重量%から成る群より選ばれる1種または2種以上を配合することにより、焼入性および被削性が一層優れた少量生産用ダイカスト型用鋼（以下、鋼材Bという）を得ることができる。

【0027】尚、鋼材Bは、鋼材Aと同様な熱処理を施してプレハードン材としたものである。ここで、Cuは、500℃以上での焼き戻しにおいて、析出硬化に基づいて基地を硬化させ、耐ヒートチェック性を向上させる成分である。この含有量が0.10重量%より少ないと上記した効果は得られず、また、含有量が3.0重量%より多くなると熱間加工性が低下する。そのため、Cuの含有量は0.10～3.0重量%とすることが好ましい。より好ましい含有量は0.5～1.5重量%である。

【0028】Niは、フェライト組織が生成することを防止し、ベイナイト組織を得るための焼入性を向上させる成分である。この含有量が、0.10重量%より少ないと上記した効果は得られず、また、含有量が2.0重量%より多くなると組織がマルテンサイト化して硬さが過剰になり、被削性が低下する。そのため、Niの含有量は0.10～2.0重量%とすることが好ましい。より好ましい含有量は0.5～1.5重量%である。

【0029】Vは、焼き戻し時に微細な炭化物となって析出し、基地の硬さを確保するとともに、鉄基地の結晶粒を微細化して鉄基地を強化し、耐ヒートチェック性を向上させる成分である。この含有量が0.01重量%より少ないと上記した効果は得られず、また、含有量が1.0重量%より多くなると被削性および靱性が低下する。そのため、Vの含有量は0.01～1.0重量%とすることが好ましい。

【0030】Zrは、酸化物や窒化物になり、MnSの展伸を防止するとともに、MnSの分布を均一化して被削性を向上させる成分である。この含有量が0.003重量%より少ないと上記した効果は得られず、また、含有量が0.10重量%より多くなるとZrの酸化物や窒化物が増加してしまい逆に被削性を低下させてしまう。そのため、Zrの含有量は0.003～0.10重量%とすることが好ましい。

【0031】Pb、Te、Ca、Bi、Seは、いずれも被削性を向上させる成分であるが、これらの各元素の含有量が少なく上記した効果は得られず、逆にあまり多量に含有されていると靱性および耐ヒートチェック性が低下するとともに地キズが発生してしまう。そのため、Pbは0.03～0.07重量%、Teは0.01～0.0

10

20

30

40

50

7重量%, Caは0.0005~0.010重量%, Biは0.01~0.07重量%, Seは0.03~0.07重量%とすることが好ましい。

【0032】更に、本発明においては、溶接性がより一層向上した少量生産用ダイカスト型用鋼（以下、鋼材Cという）を得ることができる。この鋼材Cは、C:0.1~0.3重量%, Si:0.25重量%以下、Mn:0.5~3.5重量%, P:0.020重量%以下、S:0.01~0.07重量%, Cr:1.0~3.0重量%, Mo:0.03~2.0重量%, V:0.01~1.0重量%, B:0.0020重量%以下、残部がFeと不可避の不純物から成り、かつ、次式: $326+847.3\times C\text{重量}\%+18.3\times Si\text{重量}\%-8.6\times Mn\text{重量}\%-12.5\times Cr\text{重量}\%\leq 460$ の関係が成立しており、硬さがHRC26~35であることを特徴としている。

【0033】鋼材Cは、鋼材Aに対してVとBを新たに加え、Siの含有量を0.25重量%以下に、Pの含有量を0.020重量%以下に規制した鋼種を、鋼材Aと同様な熱処理を施してプレハードン材としたものである。鋼材Cにおいて、Siは、脱酸作用があり、耐酸化性および焼入性を向上させるとともに、焼き戻し軟化に対する抵抗性を向上させる成分であるが、あまり多量に含有されると溶接性が低下するので、その含有量は、0.25重量%以下に設定される。

【0034】Pは、被削性を向上させる成分であるが、あまり多量に含有されると溶接性が低下するので、その含有量は、0.020重量%以下に設定される。Vは、焼き戻し時に微細な炭化物となって析出し、基地の硬さを確保するとともに、鉄基地の結晶粒を微細化して鉄基地を強化し、耐ヒートチェック性を向上させる成分である。この含有量が0.01重量%より少ないと上記した効果は得られず、また、含有量が1.0重量%より多くなると被削性および靱性が低下する。そのため、Vの含有量は0.01~1.0重量%に設定する。

【0035】Bは、焼入性を高める成分であるが、あまり多量に含有していると、溶接境界部の硬さが過剰となり、溶接割れを増加させてしまう。そのため、Bの含有量は0.0020重量%以下に設定する。上記したSi、P、V、B以外の成分については、鋼材Aの場合と同様な理由により含有量を設定する。

【0036】更に、鋼材Cにおいては、C、Si、Mn、Crの含有量が、 $326+847.3\times C\text{重量}\%+18.3\times Si\text{重量}\%-8.6\times Mn\text{重量}\%-12.5\times Cr\text{重量}\%\leq 460$ の関係を満足していることが必要であり、前記式により得られる数値が460をこえると急激に溶接割れが発生する。尚、本願発明において、前記式より得られる値を溶接境界部硬さ（以下、BH値という）とする。

【0037】また、鋼材Cに、更に、Cu:0.10~3.0重量%, Ni:0.10~2.0重量%, Zr:0.003

~0.10重量%, Pb:0.03~0.07重量%, Te:0.01~0.07重量%, Ca:0.0005~0.010重量%, Bi:0.01~0.07重量%, Se:0.03~0.07重量%から成る群より選ばれる1種または2種以上を配合することにより優れた溶接性を有するとともに被削性および耐ヒートチェック性が一層向上した少量生産用ダイカスト型用鋼（以下、鋼材Dという）を得ることができる。

【0038】鋼材Dは、鋼材Cに対して、Cu、Ni、Zr、Pb、Te、Ca、Bi、Seから成る群から選ばれる1種または2種以上を、鋼材Bの場合と同様な理由により含有量を規定して配合している。尚、鋼材Dは、鋼材Aと同様に熱処理を施してプレハードン材としたものである。また、鋼材Dは、鋼材Cと同様にBH値を460以下に設定する。

【0039】

【作用】本発明による鋼材Aは、C、Si、Mn、P、S、Cr、Moの含有量を適正な値にすることにより鉄基地の焼入性および被削性を確保した鋼種に対し、あらかじめ熱処理を施すことにより硬さをHRC26~35に調整したプレハードン材である。つまり、鋼材Aは、所望の型寿命を発揮できる靱性と耐ヒートチェック性と、切削加工を容易に行うことができる優れた被削性とを合わせ持っている。したがって、金型の最終形状まで切削加工した鋼材Aを、再度焼入、焼き戻し処理を行うことなく、そのままの状態、所望の型寿命を発揮するAl合金ダイカスト用の金型として用いることができる。

【0040】鋼材Bは、鋼材Aに対して、更に、ベイナイト組織を得るための焼入性を改善する元素(Ni)および焼き戻し時に析出硬化を起こす元素(Cu、V)と、被削性を向上させる元素(Zr、Pb、Te、Se、Bi、Ca)とを添加したものである。つまり、鋼材Bは、Niによりベイナイト組織を形成して靱性を向上させ、CuとVの析出硬化の作用で耐ヒートチェック性を向上させ、Zr、Pb、Te、Se、Bi、Caにより被削性を向上させ、これらの特性のバランスを高位水準で確保したものとなっている。したがって、鋼材Bは、所望の型寿命を確保しながら、金型の最終形状までの切削加工が更に容易になる。

【0041】鋼材Cは、鋼材Aに対してVとBを新たに加え、Siの含有量を0.25重量%以下に、Pの含有量を0.020重量%以下に規制した鋼材である。鋼材Cは、基地を硬化させる元素を添加して、耐ヒートチェック性を向上させることを企図しながらも、その含有量を規制することにより、基地が硬化しすぎることを抑制し、溶接境界部の硬さが過剰になることにより生じる溶接割れを防止している。つまり、鋼材Cは、型寿命と溶接性とのバランスを高位水準で確保している。

【0042】鋼材Dは、鋼材Cに対して、ベイナイト組

織を得るための焼入性を改善する元素(Ni)および焼き戻し時に析出硬化を起こす元素(Cu)と、被削性を向上させる元素(Zr, Pb, Te, Se, Bi, Ca)とを添加したものである。つまり、鋼材Dは、鋼材Cの優れた溶接性と、Niのベイナイト組織形成作用により向上した靱性と、Cuの析出硬化作用により向上した耐ヒートチェック性と、Zr, Pb, Te, Se, Bi, Caにより向上した被削性とのバランスを高位水準で確保している。

【0043】

\*【実施例】

実施例1～5

表1に示した組成の各種鋼材を溶製し、得られた鋼材を960℃に加熱保持後油焼入して室温まで冷却し、その後580℃まで加熱し、焼き戻し処理を施し、最後に、水で急冷するといった熱処理を行い、基体組織をベイナイト組織としたものを素材とした。尚、実施例1～5のBH値を表1に併記した。

【0044】

\*10 【表1】

	組 成 (重 量 %)																BH値
	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo	V	B	Zr	Ca	Te	Mg	Fe	
実施例 1	0.24	0.18	1.33	0.016	0.042	-	-	1.54	0.98	-	-	-	-	-	-	bal	502
実施例 2	0.28	0.32	1.16	0.018	0.030	-	-	2.44	0.36	0.15	-	-	-	-	-	bal	529
実施例 3	0.18	0.30	1.93	0.014	0.008	1.40	0.10	1.52	0.29	-	-	0.007	-	-	-	bal	448
実施例 4	0.17	0.035	1.49	0.006	0.025	-	-	2.00	0.39	0.11	0.0012	-	-	-	-	bal	433
実施例 5	0.19	0.12	1.08	0.006	0.066	-	1.11	2.83	0.43	0.09	0.0013	0.05	0.0015	0.03	-	bal	445
比較例 1 (FCM400)	3.50	2.50	0.30	0.08	0.003	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.03	bal	3335
比較例 2 (S55C)	0.54	0.20	0.75	0.030	0.020	-	-	0.10	-	-	-	-	-	-	-	bal	779
比較例 3 (S1061)	0.37	1.0	0.30	0.025	0.010	-	-	5.0	1.10	0.90	-	-	-	-	-	bal	593
比較例 4 (S15061)	0.38	1.0	0.7	0.030	1.0	-	-	5.3	1.4	1.0	-	-	-	-	-	bal	594

【0045】前記素材に対して、ロックウェル硬さ試験機により硬さを測定した。この測定結果を表2に示した。ついで、前記素材より後述する耐ヒートチェック性試験、衝撃試験、被削性試験、溶接性試験に用いられる各試験片を製作し、前記試験を行った。各試験は以下に示す条件で行った。

【0046】耐ヒートチェック性試験： 直径15mm、長さ5mmの円柱状の試験片の外周に対し、700℃、4秒間の高周波加熱を施した後、3秒間水冷する操作を1サイクルとし、この操作を1000回繰り返した。ついで試験片の表面に発生したヒートチェック（熱疲労割れ）を顕微鏡により観察し、クラックの長さを測定した。このときの最大クラック長さ、全クラックの長さを合計した長さを試験片の外周1cmあたりに換算した長さ（以下、クラック総長という）を表2に併記した。

【0047】尚、この試験において、最大クラック長さおよびクラック総長が短いほど耐ヒートチェック性は良好であることを示す。よって、これらの値をもって耐ヒートチェック性の評価を行う。

衝撃試験： JIS3号試験片を製作した。

【0048】次に、得られた試験片に対して、シャルピー衝撃試験機を用い、JIS Z 2242に規定されている試験方法で、衝撃試験を行い、シャルピー吸収エネルギーを測定した。得られたシャルピー吸収エネルギーを切り欠き部の原断面積で除した値（シャルピー衝撃値）を表2に併記した。

【0049】尚、この試験において、シャルピー衝撃値が高いものほど靱性は高く良好であることを示す。よって、このシャルピー衝撃値をもって靱性の評価を行う。

被削性試験： 試験片に対して、TiNを被覆した粉末ハイス製エンドミル（直径10mm）を用いて、切削速度17m/分で深さ5mmの溝を切削し、外周刃の摩耗幅が0.15mmになるまでの切削距離を測定した。その結果を表2に併記した。切削油にはユシロンNo. 3を用いた。

【0050】尚、この試験において、切削距離が長いものほど被削性が良好であることを示す。よって、この切削距離をもって被削性の評価を行う。

溶接性試験： 直径100mm、厚さ10mmの円盤状試験片の盤面の10個所に、0.14重量% C - 0.72重量% Si - 2.2重量% Mn - 1.1重量% Cr - 0.5重量% Mo - 残部Feからなる溶接材をTIG溶接法により肉盛り溶接した。その後、肉盛りした部分を元の盤面までグラインダーで研削し、盤面の割れの発生を顕微鏡により観察した。このとき10個所中で割れが発生した個所の数から溶接割れの発生率を求めた。この結果を表2に併記した。

【0051】尚、この試験において、溶接割れ発生率が低いものほど溶接性が良好であることを示す。よって、この溶接割れ発生率をもって溶接性の評価を行う。

比較例1～4

表1に示したような組成の铸铁（比較例1）、炭素鋼（比較例2）、低硬度熱間ダイス鋼（比較例3）、快削熱間ダイス鋼（比較例4）を用いて、実施例1～5と同様に耐ヒートチェック性試験、衝撃試験、被削性試験、溶接性試験を行った。得られた結果を表2に併記した。

【0052】尚、铸铁には、JIS規格のFCD400を用いた。炭素鋼には、JIS規格のS55Cの焼きなまし材を用いた。低硬度熱間ダイス鋼には、JIS規格のSKD61を焼鈍したままの鋼材を用いた。快削熱間ダイス鋼には、JIS規格のSKD61に快削元素としてSを添加したものを焼入、焼き戻し処理した鋼材を用いた。

【0053】また、衝撃試験においては、铸铁以外の各試験片を、U字型の切り欠きが圧延方向と直角となるようにして製作した。更に、比較例1～4のBH値を表1に併記した。

【0054】

【表2】



	硬さ	耐ヒートチェック性		靱性	被削性	溶接性
		最大クラック長さ (mm)	クラック総長 (mm)	シャルピー 衝撃値 (J/cm <sup>2</sup> )	切削距離 (mm)	溶接割れ 発生率 (%)
実施例 1	HRC32	0.33	3.7	33	3100	40
実施例 2	HRC34	0.28	3.5	26	2600	40
実施例 3	HRC34	0.39	3.8	27	2800	30
実施例 4	HRC26	0.65	3.1	39	4900	0
実施例 5	HRC31	0.40	3.6	26	5300	0
比較例 1	HRB82	—	—	2	>7000	80
比較例 2	HRB93	0.88	5.3	33	3700	40
比較例 3	HRC36	0.14	3.8	27	1900	70
比較例 4	HRC40	1.21	3.7	10	2800	90

【0055】尚、比較例1については、耐ヒートチェック性試験を行った際、試験片自体が大きく割れてしまい、耐ヒートチェック性は測定不能となった。表2の結果から明かなように、比較例の各素材は、靱性、耐ヒートチェック性、被削性、溶接性の各特性のバランスが悪く、ある特性が良好であっても他の特性が不良であり、少量生産用のA1合金ダイカスト用金型には適していないことがわかる。

【0056】それに対して、実施例1のダイカスト型用鋼は、被削性が比較例1の鋳鉄の半分程度である他は、他の比較例と同等以上の特性を示し、かつ、そのバランスが高位水準で確保されている。これは、耐ヒートチェック性、靱性、被削性、溶接性のバランスがとれるように組成を調節し、硬さをHRC26～35の範囲に設定したことが寄与しているといえる。

【0057】実施例2のダイカスト型用鋼は、各特性のバランスがとれているが、特に、耐ヒートチェック性に優れている。これは、Vを添加したことにより基地の強度が向上したことが寄与しているといえる。実施例3のダイカスト型用鋼も各特性のバランスがとれているが、実施例2に比べ、靱性と被削性が高位水準に保たれている。これは、Cuの析出硬化により基地の強度を確保しつつ、Niによりベイナイト組織を形成しやすくして靱性を向上させ、Zrにより被削性を向上させたことが寄与しているといえる。

【0058】実施例4のダイカスト型用鋼は、各特性のバランスが、実施例1のダイカスト型用鋼よりも更に高位水準で保たれている。特に、溶接割れ発生率などは、0%であり、溶接性が大変優れたものとなっている。これは、各特性のバランスがとれるように組成を調節したことに加え、BH値を460以下に設定したことが寄与しているといえる。

【0059】実施例5は、実施例4と同様に、各特性のバランスを高位水準に保ったものであるが、特に、実施例4よりも被削性に優れている。これは、Zr、Ca、Teを添加したことが寄与しているといえる。以上のように、本願発明のダイカスト型用鋼（実施例）は、少量生産用のA1合金ダイカスト用金型に適していることがわかる。

【0060】

【発明の効果】請求項1の少量生産用ダイカスト型用鋼は、硬さをHRC26～35の範囲に調整したプレハードン材であるので、金型としての適切な硬さ、つまり所望の型寿命と被削性とのバランスがとれている。そのため、型の最終形状まで切削加工した後、型を硬化させる必要がなく、そのままの状態ですべての型寿命を有する金型が得られる。よって、大量生産用の金型の製作時に行っていた、熱処理（焼入、焼き戻し）の工程および最終的な仕上げ加工の工程を省略することができるので金型の製作コストを大幅に削減することができる。

【0061】請求項2の少量生産用ダイカスト型用鋼は、ベイナイト組織を得るための焼入性を改善する元素（Ni）および焼き戻し時に析出硬化を起こす元素（Cu、V）と、被削性を向上させる元素（Zr、Pb、Te、Se、Bi、Ca）とが添加されているので、靱性と耐ヒートチェック性と被削性が一層向上するとともに、これらのバランスが高位水準で確保されている。そのため、所望の型寿命を確保しながら、金型の最終形状までの切削加工が更に容易になるので、金型の製作コスト削減に寄与する。

【0062】請求項3の少量生産用ダイカスト型用鋼は、基地を硬化させる元素を添加して、耐ヒートチェック性を向上させることを企図しながらも、その含有量を規制することにより、基地が硬化しすぎることを抑制し

20

30

40

50

ているので、溶接境界部が硬化しすぎることにより生じる溶接割れを有効に防止することができ、金型の溶接性の向上に寄与する。

【0063】請求項4の少量生産用ダイカスト型用銅は、ベイナイト組織を得るための焼入性を改善する元素（Ni）および焼き戻し時に析出硬化を起こす元素（Cu、V）と、被削性を向上させる元素（Zr、Pb、T

e、Se、Bi、Ca）とを添加し、更に、基地を硬化させる元素の含有量を規制しているので、靱性、耐ヒートチェック性、被削性および溶接性のバランスが高位水準で確保されている。よって、得られる金型は、容易に最終形状まで切削加工することができ、そのままの状態、所望の型寿命を有し、かつ、容易に肉盛り溶接が行えるという優れた特性を備えている。